



[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 95103044.2

[43]公开日 1996年10月16日

[51]Int.Cl⁶

G01T 1/202

[22]申请日 95.3.31

[71]申请人 清华大学

地址 100084北京市海淀区清华园

[72]发明人 王经瑾 康克军 林郁正 张静懿
钱永庚 李春江 沈乐年 庄人遴
张化一 高文焕 王俊明

[74]专利代理机构 清华大学专利事务所

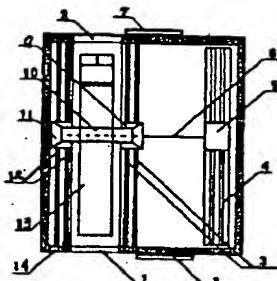
代理人 罗文群

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图页数 7 页

[54]发明名称 自扫描式大型物体辐射检测系统

[57]摘要

本发明涉及一种自扫描式大型物体辐射检测系统，该系统包括辐射源、准直塔、探测塔、轨道和扫描龙门。辐射源置于轨道上作往复运动，准直塔和探测塔置于另一组轨道上，并与辐射源一起，由伺服电机带动作同步运动。被测大型物体置于准直塔轨道和探测塔轨道之间，来自辐射源的射线通过准直塔，透射集装箱后进入探测塔的阵列探测器，探测器吸收射线而输出电荷，转换成数码后传输到图象工作站。本系统占地小、成本低、处于室内，易维护。



(BJ)第 1456 号

权利要求书

1、一种自扫描式大型物体辐射检测系统，包括辐射源、准直塔、探测塔，其特征在于该系统还包括辐射源轨道、准直塔轨道、控测塔轨道和扫描龙门、所述的辐射源置于辐射源轨道上，准直塔置于准直塔轨道上，探测塔测于探测塔轨道上，扫描龙门支撑探测塔和准直塔，被测物体置于探测塔轨道和准直塔轨道之间，辐射塔和扫描龙门同步移动；准直塔上有一准直狭缝，探测塔上有一准直狭缝并有阵列探测器—信号处理器插件。

2、如权利要求1所述的辐射检测系统，其特征在于其中所述的辐射源为轻型电子直线加速器，该加速器由驻波加速管、电子枪、波导、磁控管微波源、调制器、聚焦线圈、靶材和铅锥狭缝准直器组成，电子枪发出电子，经驻波加速管加速并经聚焦线圈聚焦后进入靶室并轰击靶材，产生的X射线通过铅锥狭缝准直器后射出。

3、如权利要求1所述的辐射检测系统，其特征在于其中所述的探测器—信号处理器插件为闪烁体—光电二极管—用户集成电路，由闪烁探测器晶体、光电二极管、模拟信号处理器、16选1模拟多路开关、16位模拟数字变换器和编码器与总线接口组成；光电二极管将闪烁探测器晶体接收到的荧光转换成电荷，由模拟信号处理器作信号变换及采样保持，16选1模拟多路开关将电压信号选送到16位模拟数字变换器，该数码经编码器和总线接口由光缆传输到总控室的图象工作站。

4、如权利要求1所述的辐射检测系统，其特征在于其中所述的扫描龙门上设置有激光器，辐射源平台上设置有图象接收器，激光器发射图象，由图象接收器接收，扫描龙门和辐射源发生位置偏差时，接收器产生校正码。

说 明 书

自扫描式大型物体辐射检测系统

本发明涉及一种自扫描式大型物体辐射检测系统，属辐射检测技术领域。

为在不开箱情况下即可检查集装箱中的货物，90年代初开始有拖动式集装箱检测系统问世。如中国九龙海关1992年分别从德国海曼公司(Heimann)和英国宇航公司(British Aerospace)定购了两套大型集装箱检测系统，分别装于深圳文锦渡海关和皇岗海关，目前正在试运行。其基本原理如图1所示，在一幢能屏蔽射线的检测通道内，装有固定不动的、能产生高能X-射线的辐射源S和能接收穿过集装箱的X-射线的阵列探测器D，专用的拖动系统将装有集装箱的车辆(司机离车)拖过检测通道，集装箱在射线束中通过时，透过集装箱而到达探测器的射线强度变化，反映箱中所装物体的密度分布，将射线强度变成图象灰度，即可获得箱内所装物体的透视图象。

大型集装箱长达20米，连其运输车高达4米，宽2.5米，重达50吨。上述英国的系统在检测时，先把载有集装箱的车辆开上一个长达20多米的机动平板拖车，司机离车。然后开启检测通道入口的射线防护门，机动平板拖车将集装箱车送入检测通道，关闭通道防护门。平板拖车随后启动，加速到所需速度并通过已开放的X-射线。显示器上就显示出集装箱内所装货物的透视图象。全车通过后关闭X-射线，机动平板车减速直到停止。然后开通道门，将集装箱车拖出通道，司机上车开走。从上述检测原理可知，检测通道长度至少要60米，外部两端占地长度至少各40米。机动平板车还须经返回路轨回到入口。为达到二、三分钟检测一车集装箱车的速度，需三辆机动大平板车循环运行。是一个十分庞大的拖动系统，占地面积相当于一个足球场。仅拖动系统和有关建筑物就须耗资近1500万元。而且此种户内外运行的系统容易出故障，维修费用每

年达百万元。

本发明的目的是设计一种自扫描式大型物体辐射检测系统，将被测物体置于系统内，使辐射源和探测系统相对被测物体作往复运动，以达到检测目的，从而大大减小检测场地，降低检测系统成本，而且系统处于室内，易于维护。

本发明设计的自扫描式大型物体辐射检测系统，包括辐射源、准直塔、探测塔、辐射源轨道、准直塔轨道、探测塔轨道和扫描龙门。辐射源置于辐射源轨道上，准直塔置于准直塔轨道上，探测塔置于探测塔轨道上，扫描龙门支撑探测塔和准直塔。被测物体置于探测塔轨道和准直塔轨道之间，辐射源和扫描龙门同步移动。准直塔上有一准直狭缝，探测塔上也有一准直狭缝并有阵列探测器—信号处理器插件。

附图说明：

图1是已有技术示意图。

图2—1是本发明设计的检测系统的平面布置图。

图2—2是检测系统的正视图。

图3—1、3—2、3—3分别是检测系统中的探测塔的正视图、侧视图和俯视图。

图4—1和图4—2分别是检测系统中的准直塔的正视图和俯视图。

图5—1和图5—2分别是本发明所用的轻型电子直线加速器结构的正视图和俯视图。

图6是本探测系统中一个探测器—信号处理器插件的实施例。

图7是激光对位示意图。

图8是检测系统的另一种平面布置图。

下面结合附图，详细介绍本发明的内容。

图2—1和图2—2是检测系统的结构示意图。图中，1是检测通道入口，2是入口防护门，3是准直塔轨道，4是辐射源轨道，5是辐射源，6是高能

X射线(开门时关断), 7是出口防护门, 8是检测通道出口, 9是准直塔, 10是扫描龙门, 11是探测塔, 12是探测塔轨道, 13是被测集装箱, 14是防护墙。

上述全部部件安装在图2的建筑物内。扫描龙门10内左边是重约2.5吨的探测塔11, 由六、七米高的阵列探测器和铅合金做的射线准直器(称为后准直器)组成, 右边是准直塔9, 为前准直器; 其余为钢结构件。图2中右边是能产生射线的辐射源6。射线通过准直塔9的前准直器狭缝, 透射集装箱后, 通过后准直器狭缝进入阵列探测器。前、后准直器使直射集装箱的射线进入探测器而阻挡散射射线对图象的干扰。探测器吸收射线而输出电荷, 由信号处理电路变换成数码, 传输到图象工作站。检测时, 在关闭射线后, 开启检测通道进出口的防护门。载有集装箱的车辆直接开入检测通道, 司机下车离开检测通道。关闭检测通道进出口的防护门, 然后开通射线。辐射源和扫描龙门同步移动, 自行扫描集装箱而获得箱内物体的透视图象。检测完毕, 关断射线, 开通道门, 司机将车开走。由此可知, 本发明仅需建造一个30米长的检测通道。包括扫描系统在内的建筑物宽度20米。

图3—1、3—2、3—3是探测塔的结构示意图。图中, 31是铅合金块做的后准直器, 二个合金块之间是后准直狭缝, 32是绝缘支架, 33是探测器-信号处理器插件, 34是探测塔结构钢材。图4—1、4—2是准直塔的内部结构示意图。图中, 41是铅合金块做的前准直器, 二个合金块之间是前准直狭缝, 42是准直塔结构钢材。

本发明采用一套使辐射源6和扫描龙门10同步扫描的系统, 又采用多项最新技术, 使辐射源和扫描龙门的总重量仅为4.5吨左右, 并采用数控驱动和激光掩模对位的分体同步扫描系统, 从而使自行扫描成为可能。而且全部室内运动, 机电系统易于做到精密、可靠。

本发明系统中的辐射源采用可移动轻型电子直线加速器。其结构如

图5—1和5—2所示。图中51是驻波加速管，52是电子枪，53是波导，54是磁控管微波源，55是调制器，56是聚焦线圈，57是靶材，58是铅锥狭缝准直器，59是准直器支架，60是防震平台，60'是加速管支架。驻波加速管51在几十厘米的加速长度内就可将电子枪52发出的电子加速到6兆电子伏，并具有较大流强。加速功率由调制器55调制磁控管微波源54以脉冲方式经波导53注入加速管。加速后的并经过聚焦线圈56聚焦的电子进入靶室轰击钨靶57，产生的X射线通过铅锥准直器58的狭缝成为垂直的扇形薄束射出。射线剂量可达800拉德/分·米，辐射源重量不超过300公斤；并且设计了防震系统，移动距离可达100米。检测速度要求不高时，辐射源也可采用放射性同位素，重量也仅为200公斤左右。

系统中的探测器可以采用各种类型的阵列探测器。轻巧的“闪烁体-光电二极管-用户集成电路”一体化全固体阵列探测器和信号处理系统，可以减轻探测塔的重量，这种阵列探测器和信号处理系统的总重量不超过300公斤。其结构如图6所示。图中，61是闪烁探测器晶体，62是光电二极管，63是模拟信号处理器，64是16选1模拟多路开关，65是16位模拟数字变换器，66是编码器与总线接口。

固体阵列探测器做成插件形式，一个插件包含16个或更多个闪烁晶体61和光电二极管62，射线在闪烁晶体中激发的荧光强度和入射的射线强度成正比。光电二极管将荧光转换成电荷，再由16通道信号处理器63转换成信号电压，并进行采样保持。多路开关64依次将16路通道的电压选送到模拟-数字变换器65转换成数码，这些数码经编码器66编码后经总线传送到图象工作站，形成一列一列的对集装箱扫描后所产生的图象。

本发明采用了先进的数控技术，扫描龙门坐落在装有标准滚动体的四条轨道上；探测塔和准直塔分别由伺服电机传动，数控系统保证它们的同步，调节量每步0.2mm，起动后在1m内即可达到±5%的匀速，震动幅度小于0.2mm。辐射源放在减震的运载平台上，运载平台由伺服系统驱

动，在滑轨上运动，并与扫描龙门严格同步。

为了在初始对位时和运动中保持辐射源与探测器对准，使用了激光掩模图象对位技术。其工作原理如图7 所示，图中71是激光器，72 是图象接收器。扫描龙门上的激光器71发射一种掩模图象(例如一个“十”字形图案)到辐射源平台的CCD图象接收器72，发生位置偏差时，接收到的“十”字形激光图象就发生位置偏差，产生校正码给数控系统，随时保持辐射源的源点和扫描龙门对准。

同位素辐射源射线张角大，还可采用对角线透射方式，将辐射源装在扫描龙门准直塔的右边，组成的自扫描检测系统结构特别紧凑，如图7所示，图中部件标号含义与图2—1相同。这种系统成本更低，但所得图象是扇形投影，实物和图象的大小比例因距离辐射源的远近不同而不同。然而此系统的造价可降到现有系统的 $1/3$ 以下，对有的用户仍很适用。

说 明 书 图

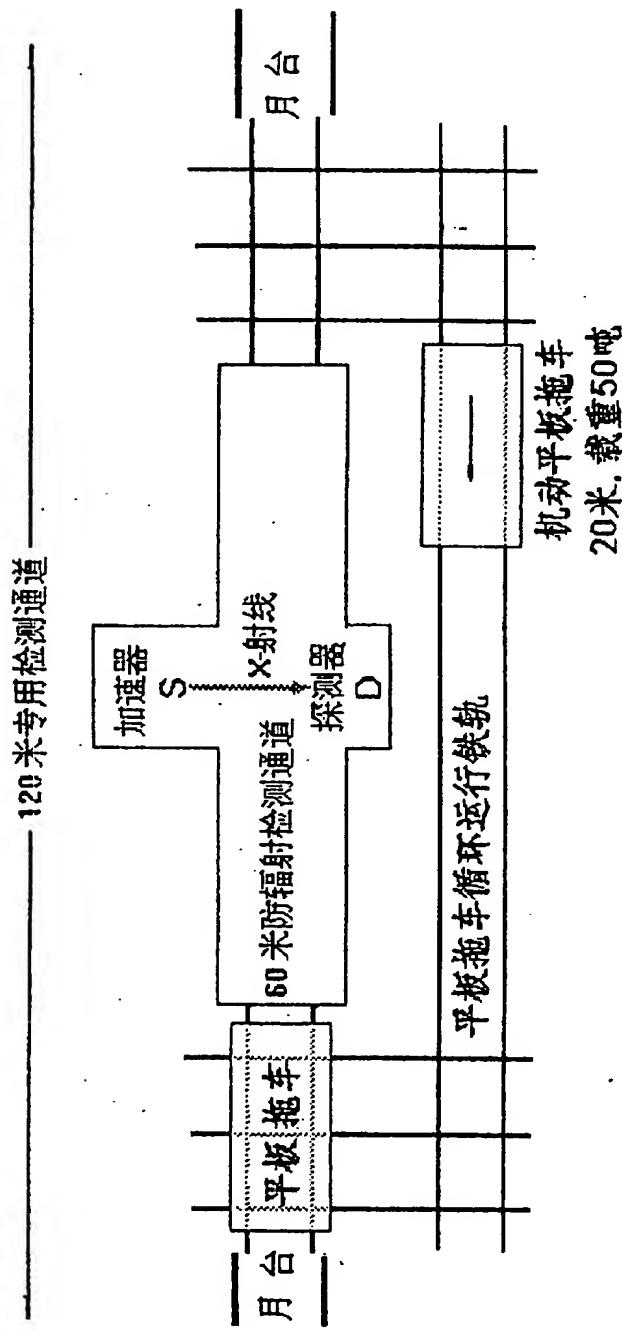
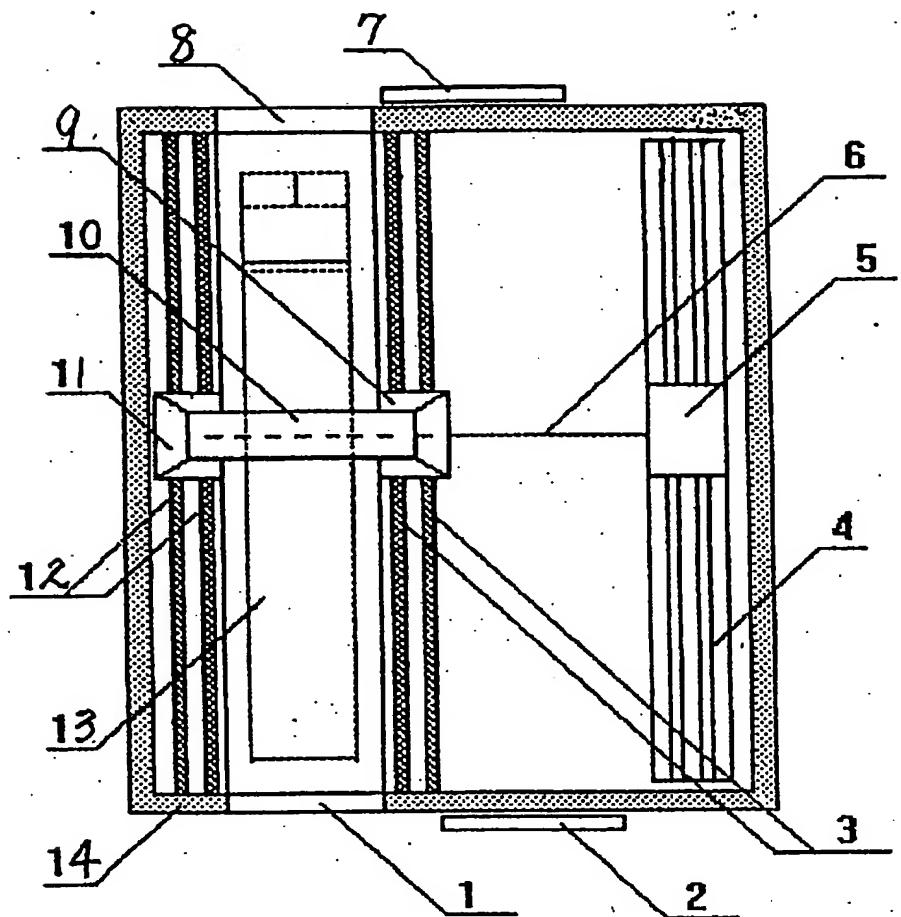
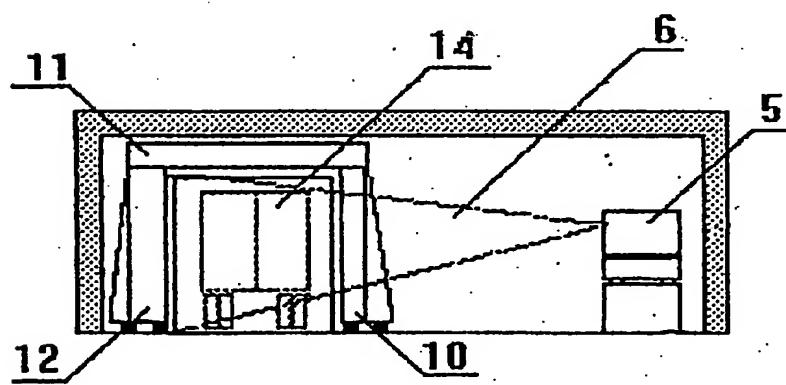


图 1



图之一



图之二

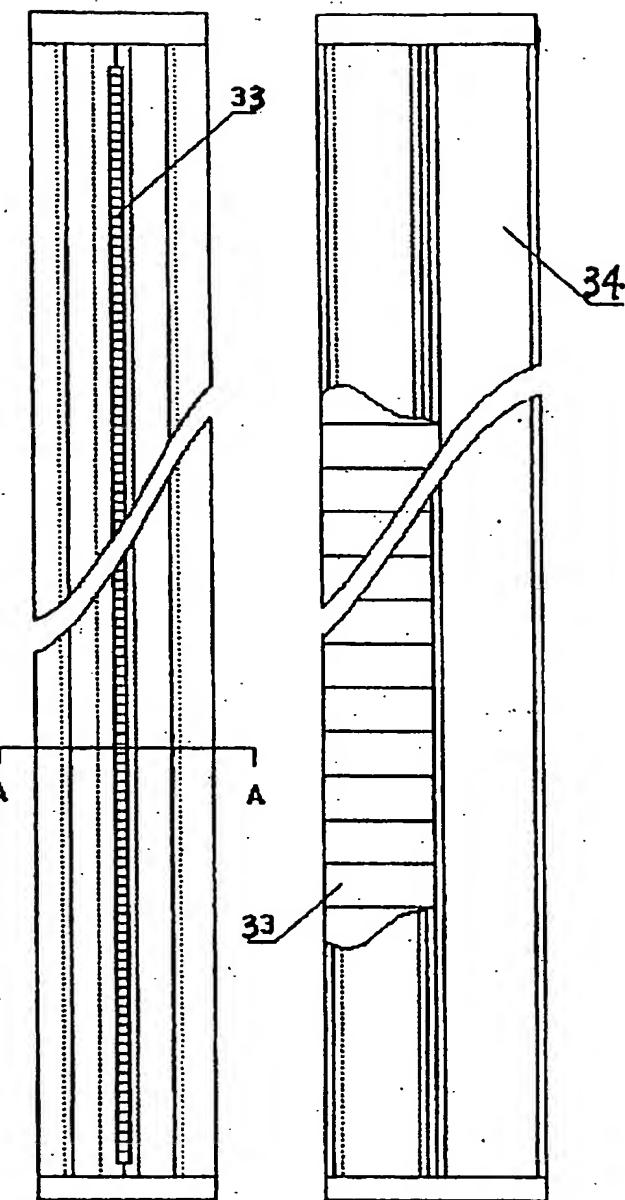


图 3-1

图 3-2

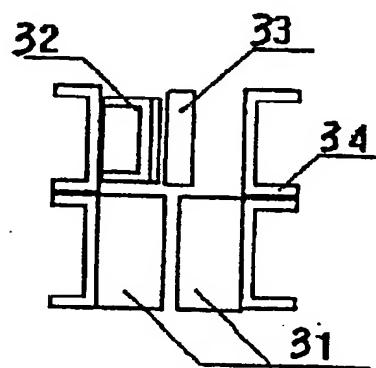


图 3-3

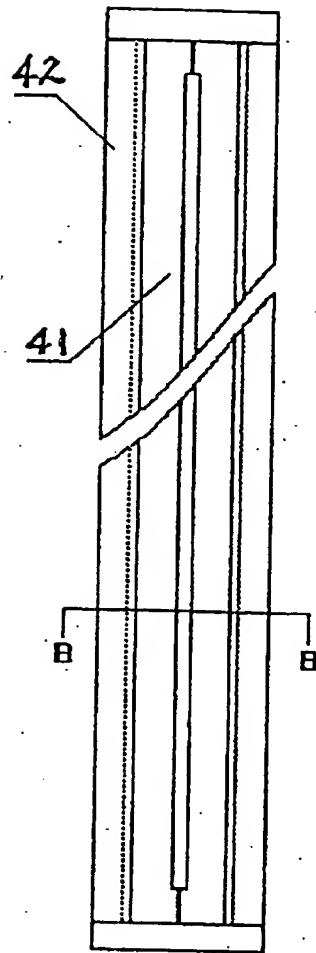


图 4-1

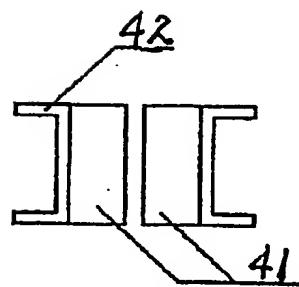


图 4-2

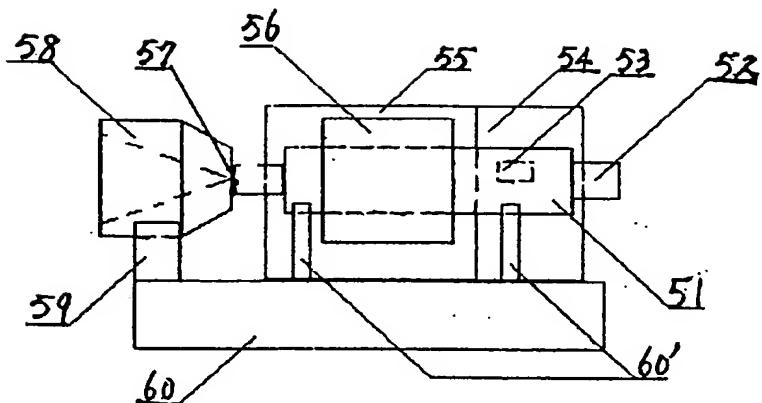


图 5-1

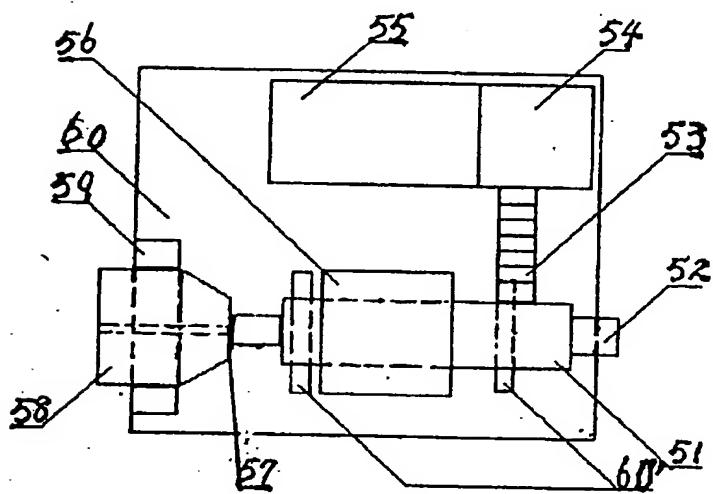


图 5-2

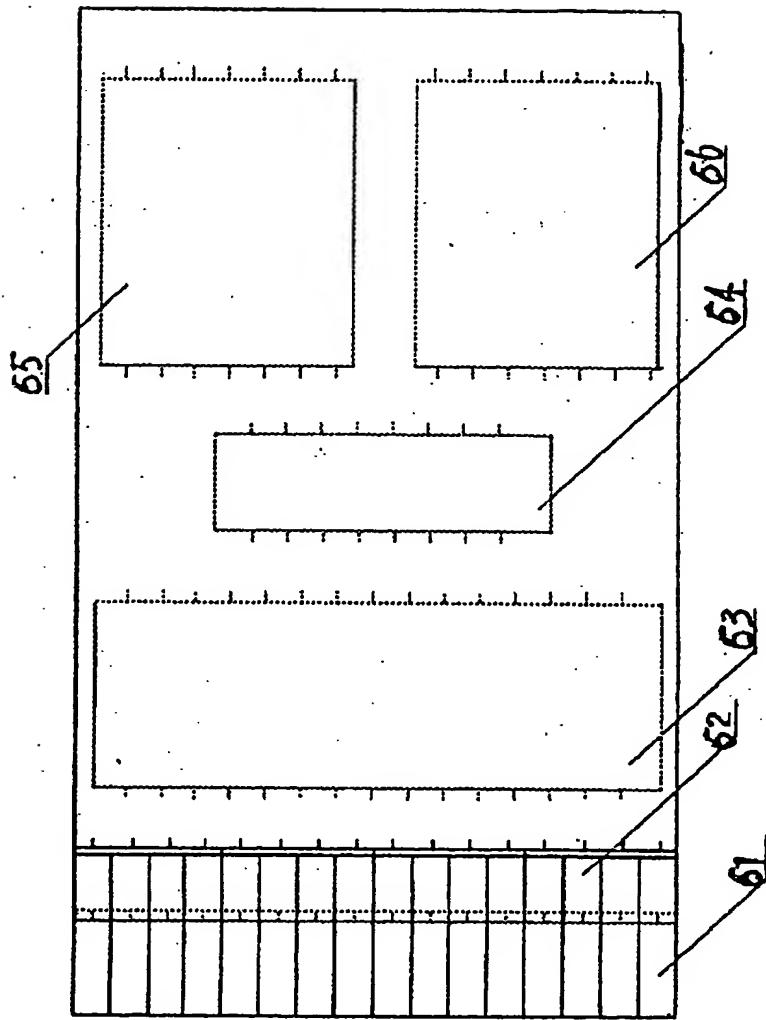


图 6

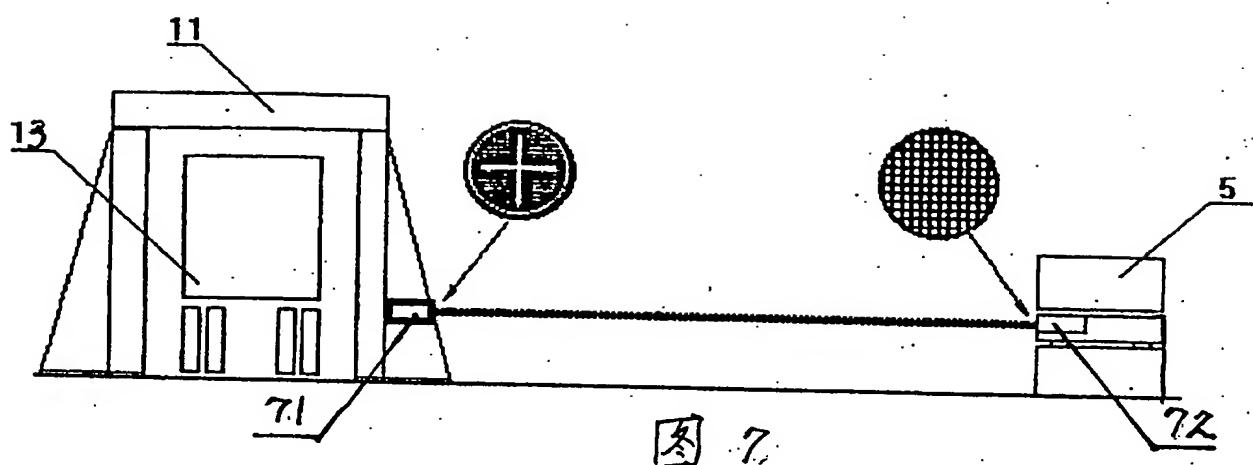


图 7

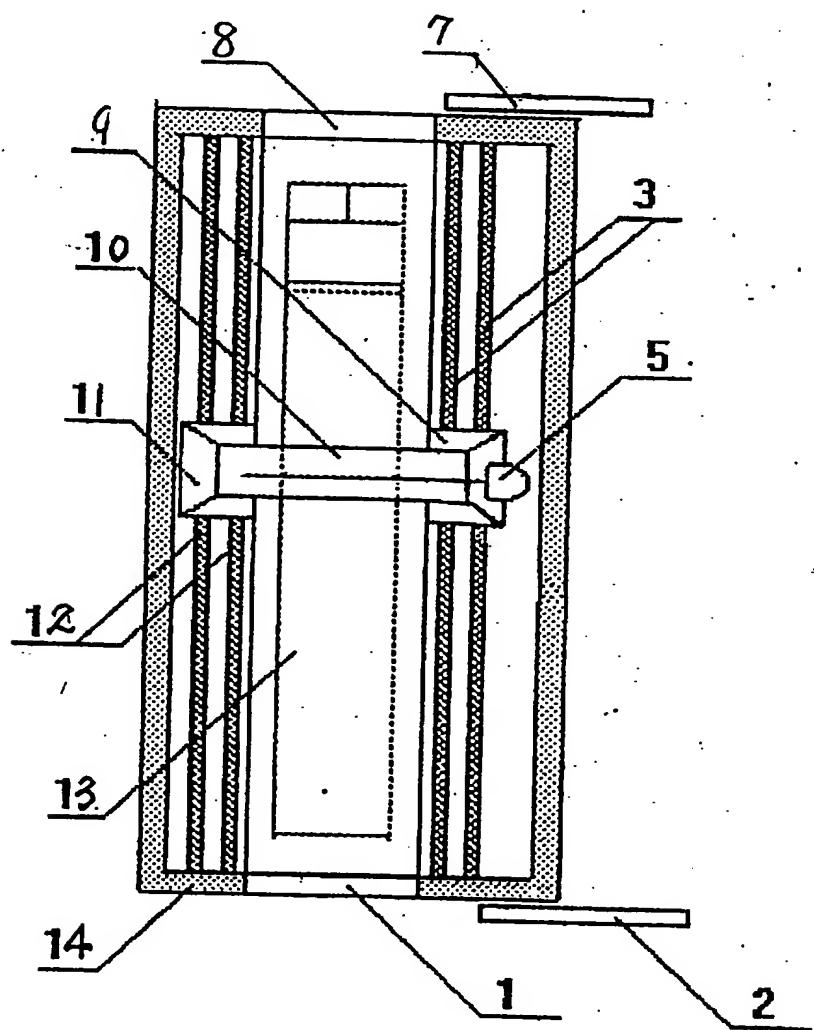


图 8